

**PENGARUH PENAMBAHAN *THINNER* PADA CAMPURAN ASPAL EMULSI
TERHADAP KARAKTERISTIK *DENSE GRADED EMULSION MIX* (DGEM)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

MUHAMMAD ADIB SUSILO

D 100 100 040

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PENAMBAHAN *THINNER* PADA CAMPURAN
ASPAL EMULSI TERHADAP KARAKTERISTIK *DENSE
GRADED EMULSION MIX* (DGEM)
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

PUBLIKASI ILMIAH

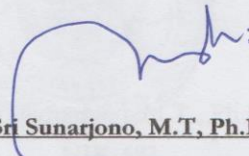
oleh:

MUHAMMAD ADIB SUSILO

D 100 100 040

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D

NIK : 682

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN *THINNER* PADA CAMPURAN
ASPAL EMULSI TERHADAP KARAKTERISTIK *DENSE
GRADED EMULSION MIX* (DGEM)
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

OLEH
MUHAMMAD ADIB SUSILO
D 100 100 040

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jum'at, 15 Desember 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Agus Riyanto, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ika Setyaningsih, S.T, M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Naskah Publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 15 Desember 2017

Penulis



MUHAMMAD ADIB SUSILO

D 100 100 040

PENGARUH PENAMBAHAN *THINNER* PADA CAMPURAN ASPAL EMULSI TERHADAP KARAKTERISTIK DENSE GRADED EMULSION MIX (DGEM)

Abstrak

Pencampuran aspal emulsi dengan agregat perlu ditambahkan air untuk mempermudah proses pencampuran. Dalam penelitian ini untuk mempercepat proses penguapan air dalam campuran, maka air yang digunakan untuk proses pencampuran akan diganti dengan *thinner*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar aspal optimum aspal emulsi serta mengetahui pengaruh penambahan *thinner* dan penambahan masa curing pada campuran aspal emulsi terhadap karakteristik DGEM. Penelitian dimulai dengan menguji semua bahan agar sesuai spesifikasi yang sudah ditentukan. Tahap selanjutnya mencari kadar air optimum pemadatan ditentukan dengan menggunakan alat standard proctor dan agregat campuran dimodifikasi dengan gradasi DGEM type IV. Mencari kadar aspal residu optimum dengan variasi 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8% terhadap campuran aspal emulsi. Tahap setelahnya adalah pencampuran aspal emulsi dengan agregat, air yang ditambahkan pada pencampuran diganti dengan *thinner* sebesar 0%, 50%, dan 100% dari kadar air optimum pemadatan, lalu diuji menggunakan Marshall Test dengan variasi lama penyimpanan 4, 8, dan 12 hari. Berdasarkan hasil penelitian pengaruh penambahan *thinner* pada campuran aspal emulsi menghasilkan nilai stabilitas dan Marshall Quotient yang meningkat seiring dengan penambahan kadar *thinner*. Hasil penelitian pada penambahan *thinner* 0%, 50%, dan 100% pada masa penyimpanan 12 hari diperoleh nilai Stabilitas sebesar 610,54 kg ; 751,31 kg ; 869,44 kg, dan nilai Marshall Quotient sebesar 100,41 kg/mm ; 117,08 kg/mm ; dan 223,33 kg/mm. Hasil dari nilai flow dan VIM menurun seiring dengan penambahan kadar *thinner*. Hasil penelitian pada penambahan *thinner* 0%, 50%, dan 100% pada masa penyimpanan 12 hari diperoleh nilai flow sebesar 6,10 mm ; 4,25 mm ; 3,90 mm, dan nilai VIM sebesar 8,16% ; 5,39% ; dan 4,21%.

Kata kunci : aspal emulsi, *thinner*, curing, Dense Graded Emulsion Mix (DGEM), Marshall Test.

Abstract

Mixing asphalt emulsion with aggregate need to be added to water to ease the process of mixing. In this research to accelerate the process of evaporation of water in the mix, then the water used for mixing are replaced by thinner. The purpose of this research is to know the level of optimum asphalt asphalt emulsion and know how the addition of thinner and the addition of the time curing on asphalt emulsion mixtures

against DGEM characteristics. The research began by testing all the ingredients to fit the specifications of the already determined. Phase selanjutnya are looking for the optimum compaction water content was determined by using standard proctor and aggregate mixtures modified with gradations DGEM type IV. Finding the optimum levels of residue bitumen with a variation of 6%, 6.5%, 7%, 7.5%, and 8% against the asphalt emulsion mixtures. Stage thereafter is mixing asphalt emulsion with aggregates, water is added to the mixing replaced with thinner amounting to 0%, 50%, and 100% of the optimum compaction water content, and then tested using the Marshall Test with variations of long storage of 4, 8, and 12 days. Based on the results of the research of the influence of the addition of thinner asphalt emulsion mix on yield stability and value Quotient increased Marshall along with the addition of thinner levels. Research on addition of thinner 0%, 50%, and 100% during 12 days of storage obtained the value of Stability of 610.54 kg; 751.31 kg; 869.44 kg, and Marshall value Quotient of 100.41 kg/mm; 117.08 kg/mm; and 223.33 kg/mm. The result of the value flow and VIM decreases with the addition of thinner levels and. Research on addition of thinner 0%, 50%, and 100% during 12 days of storage obtained value flow of 6.10 mm; 4.25 mm; 3.90 mm, and the value of the VIM of 8.16%; 5.39%; and 4.21%.

Keywords: asphalt emulsion, thinner, curing, Dense Graded Emulsion Mix (DGEM), Marshall Test.

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang mencakup segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapan yang diperlukan untuk lalu lintas. Kerusakan jalan merupakan masalah utama bagi lalu lintas pada transportasi darat. Perbaikan jalan bisa dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah membongkar lapisan aspal lama dan menggantinya dengan lapisan aspal baru. Bongkahan lapisan aspal lama biasa disebut RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), saat ini dimanfaatkan untuk bahan jalan melalui teknologi daur ulang dengan sistem pencampuran dingin (cold recycling). Namun teknologi daur ulang ini masih sangat lemah jika dibandingkan dengan aspal beton konvensional. Faktor yang menyebabkan lemahnya kinerja campuran RAP adalah rendahnya nilai kepadatan pada campuran RAP (Sunarjono, 2014).

Aspal emulsi merupakan aspal dingin yang penggunaannya tidak perlu dipanaskan, karena aspal emulsi memiliki tingkat viskositas yang rendah, sehingga

tidak menimbulkan polusi sehingga hemat biaya, tenaga dan waktu. Pada aspal emulsi, aspal efektif (aspal residu) yang berfungsi sebagai pengikat hanya sekitar 60% sedangkan 40% lainnya berupa air yang diharapkan menguap seiring dengan waktu karena suhu udara yang panas dan lintasan roda kendaraan yang melintas. Hal ini seperti yang terjadi pada proyek jalan Hasanudin dan Rumah Sakit Jiwa di Surakarta yang ternyata kadar aspal efektifnya setelah diuji di laboratorium rata-rata hanya 4% (Widodo, 2008).

Proses pencampuran aspal emulsi yang baik dipengaruhi oleh penyelimutan aspal ke seluruh permukaan agregat. Kelembaban agregat dengan cara penambahan kadar air pada agregat secara merata dapat membantu penyelimutan aspal emulsi ke permukaan agregat karena air berperan sebagai viscosity reducing agent atau menurunkan kekentalan aspal emulsi (Thanaya 2003). Campuran aspal emulsi dingin yang tersusun dari RAB dan agregat baru dengan menggunakan kadar aspal emulsi optimum campuran untuk lapis perkerasan dapat menghemat biaya dan kekuatan perkerasan yang cukup untuk dilalui lalu lintas sedang (Ndinyo, 2013).

Dengan ini, peneliti mencoba untuk menggantikan air dengan *thinner* dalam pencampuran aspal emulsi dengan agregat terhadap karakteristik DGEM (Dense Graded Emulsion Mix) serta dengan variasi lama penyimpanan yang berbeda. Karakteristik DGEM merupakan campuran aspal emulsi dengan agregat bergradasi menerus atau rapat

2. METODE

2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan didalam penelitian ini antara lain : fresh agregat yang berasal dari Quarry Boyolali, RAP yang berasal dari jalur Pantura Tegal, Aspal Emulsi jenis CRS-1 dari PT. IZZA Sidoarjo, Jawa Timur, dan *Thinner* jenis A.

2.2. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini antara lain sebagai berikut : Satu set alat uji berat jenis agregat kasar dan halus, satu set alat uji sand equivalent, satu set alat uji analisis saringan, satu set alat pengcampur agregat dengan aspal emulsi, satu set alat pemadat benda uji, dan satu set alat uji Marshall Test.

2.3. Tahapan Penelitian

a. Tahap I : Persiapan.

Tahap ini merupakan tahap untuk merumuskan masalah dan studi literatur serta mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian.

b. Tahap II : Pemeriksaan Mutu Bahan

Pada tahap ini dilakukan pengujian mutu bahan-bahan penelitian (agregat halus, agregat kasar, dan RAP) agar sesuai dengan persyaratan teknis sebagai bahan susun campuran aspal panas (Hot Mix). Pemeriksaan mutu agregat kasar meliputi pemeriksaan keausan agregat, berat jenis, penyerapan dan kelapukan agregat. Pemeriksaan Agregat halus meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, sand equivalent, dan analisa saringan.

c. Tahap III : Mencari Kadar Air Optimum Pemadatan Dengan Standart Proctor.

Tahap penelitian ini bertujuan untuk mencari kadar air optimum yang digunakan untuk pemadatan campuran aspal emulsi. Kadar air optimum pemadatan dicari menggunakan pendekatan Standart Proctor.

d. Tahap IV : Mencari Kadar Aspal Emulsi Optimum Campuran dengan Variasi 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8% dari Kadar Residu Aspal Emulsi.

Dalam tahapan ini bertujuan untuk mencari kadar aspal emulsi optimum yang nantinya akan digunakan untuk membuat sampel. Pemadatan campuran aspal menggunakan alat pemadat Marshall Hammer.

e. Tahap V : Pembuatan campuran aspal dingin dengan kadar aspal emulsi optimum dan penambahan *Thinner* dengan variasi 0%, 50%, dan 100% dari kadar air optimum pemadatan.

f. Tahap VI : Pengetesan Marshall Test dengan variasi waktu curing 4, 8, dan 12 hari.

Benda uji yang telah dibuat dengan variasi *Thinner* disimpan dalam nampan yang telah diberi pasir setebal 2 cm, lalu diuji Marshall setelah mencapai waktu curing yang telah direncanakan.

g. Tahap VII : Analisis Data dan Pembahasan.

Pada tahapan ini, data hasil yang diperoleh dari seluruh rangkaian pengujian kemudian dilakukan analisa data sehingga didapat hasil yang diinginkan.

h. Tahap VIII : Kesimpulan dan Saran

Setelah didapatkan analisa dan pembahasan yang dihasilkan oleh seluruh pengujian maka dapat disimpulkan apa saja yang menjadi tujuan dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan berdasarkan dengan tahap-tahap yang telah dijabarkan dalam tahap penelitian.

3.1 Pemeriksaan Mutu Bahan

Hasil pemeriksaan agregat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel.1., Tabel.2., dan Tabel.3.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan Keausan *Fresh* Agregat

| Gradasi pemeriksaan | | Jumlah Putaran = 500 Putaran |
|---------------------|-------------|-------------------------------------|
| Ukuran Saringan | | |
| lolos | Tertahan | Berat (a) |
| 76,2 (3") | 63,5 (2 ½") | |
| 63,5 (2 ½") | 50,8 (2") | |
| 50,8 (2") | 36,1 (1 ½") | |
| 36,1 (1 ½") | 25,4 (1") | |

| | | |
|--|-------------|------|
| 25,4 (1") | 19,1 (¾") | |
| 19,1 (¾") | 12,7 (½") | 2500 |
| 12,7 (½") | 9,52 (⅜") | 2500 |
| 9,52 (⅜") | 6,35 (¼") | |
| 6,35 (¼") | 4,75 (no 4) | |
| 4,75 (no 4) | 2,36 (no 8) | |
| Jumlah Berat | | 5000 |
| Berat Tertahan Saringan no. 12 sesudah percobaan (b) | | 3745 |

$$\begin{aligned}\text{Keausan} &= (5000-3745/5000) \times 100\% \\ &= 25,4 \%\end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan *Fresh* agregat

| Keterangan | Hasil | |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| | Agregat Kasar | Agregat Halus |
| Berat jenis <i>bulk</i> | 2,653 | 2,373 |
| Berat jenis SSD | 2,725 | 2,513 |
| Berat jenis semu | 2,860 | 2,601 |
| Penyerapan (<i>Arbsorpsi</i>) | 2,730 | 1,938 |

Tabel 3. Hasil pemeriksaan *Sand Equivalent* agregat baru

| No | Uraian | Contoh |
|----|--------|--------|
|----|--------|--------|

| | | | | | |
|---|------------------------------------|------------------|-----------|-------|-------|
| 1 | Tera tinggi tangkai penunjuk beban | | | 7.7 | 7.6 |
| | ke dalam gelas ukur | | | | |
| | (gelas ukur dalam keadaan kosong) | | | | |
| 2 | Baca skala lumpur | | | 3 | 2.7 |
| | (Pembacaan skala permukaan lumpur | | | | |
| | lihat pada dinding gelas ukur) | | | | |
| 3 | Masukkan beban baca skala beban | | | 11.1 | 11.5 |
| | pada tangkai penunjuk | | | | |
| 4 | Baca skala pasir | | | 3.2 | 3.7 |
| | Pembacaan (3) - pembacaan (1) | | | | |
| 5 | Skala S.E = | Skala Lumpur (2) | x 100% | 93.75 | 72.97 |
| | | Skala Pasir (4) | | | |
| 6 | rata-rata nilai SE | | | 83.36 | |

3.2 Pengujian Mutu Aspal Emulsi CRS-1

Pengujian ini diambil dari hasil penelitian PT. IZZA Sidoarjo dengan hasil pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian mutu aspal emulsi CRS-1

| No | Jenis Pengujian | Metode | Hasil Uji | Syarat |
|----|------------------------|--------------------|-----------|----------|
| 1 | Kadar Residu | SNI-03-6629-2002 | 60.03 | Min. 60% |
| 2 | Pen 25°100 gr. 5 detik | SNI 06-2456-7 1991 | 115.83 | 100-400 |

| | | | | |
|----|---------------------------------|------------------|---------|--------------|
| 3 | Daktilitas (Ductility) | SNI 06-2432-1991 | >100 | Min. 40 cm |
| 4 | Kelarutan dalam Trichlor Etylen | SNI 06-2468-1991 | 98.102 | Min. 97.5% |
| 5 | Viskositas | SNI 03-6721-2002 | 42.103 | 20-100 detik |
| 6 | Tertahan Saringan No.20 | SNI 03-3643-1994 | 0.00 | Max.0.10% |
| 7 | Pengendapan 1 Hari | SNI 03-6828-1994 | 0.43 | 1% |
| 8 | Pengendapan 5 Hari | | - | 5% |
| 9 | Berat Jenis | SNI 06-2441-1991 | 1.0173 | |
| 10 | Muatan Partikel Listrik | SNI 03-3644-1994 | positif | (+) |

(sumber: hasil penelitian PT IZZA Sidoarjo)

3.3 Pemeriksaan Kepadatan

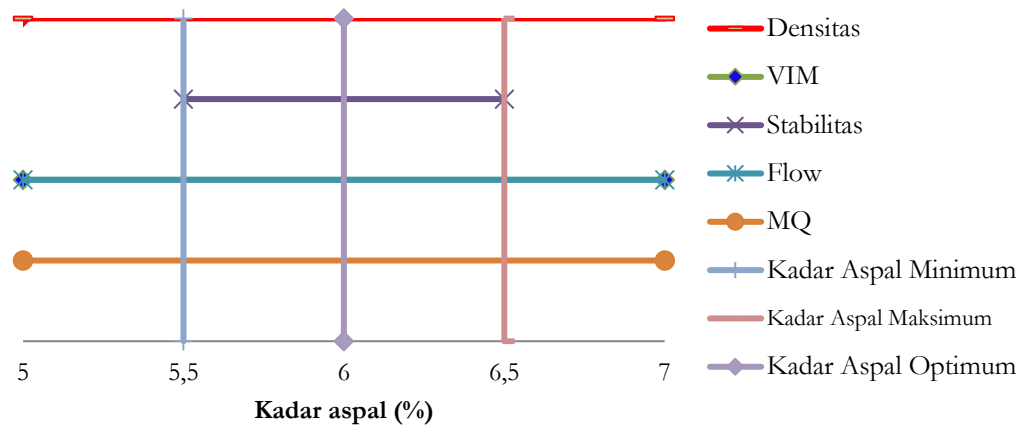
Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kepadatan dan kadar air optimum pada campuran agregat. Pada pemeriksaan ini digunakan cara *standard proctor* yang mana agregat yang digunakan sudah direkayasa dengan gradasi DGEM tipe IV. Hasil dari pemeriksaan *standard proctor* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan *standard proctor*

| No. | Jenis Bahan | Kepadatan Maksimum | Kadar Air Optimum |
|-----|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| 1. | <i>Fress Agregat+RAP</i> | 2,075 gr/cm ³ | 9,70 % |

3.4 Kadar Aspal Residu Optimum

Kadar aspal optimum didapatkan dari pengujian *Marshall Test* dengan benda uji yang dibuat dengan campuran kadar aspal residu sebanyak 5,0%; 5,5%; 6,0%; 6,5%; dan 7,0%. Dari Gambar 1. dhasil pengujian didapatkan Kadar Aspal Residu Optimum (KARO) sebesar 6%.



Gambar 1. Grafik Kadar Aspal Residu Optimum (KARO)

3.5 Pengaruh Penambahan *Thinner* dalam Campuran Terhadap Karakteristik DGEM

Hasil penelitian Marshall Test yang telah dilakukan di laboratorium dengan variasi *Thinner* 0%, 50%, dan 100% dari kadar air optimum serta variasi waktu *curing* 4, 8, dan 12 hari dapat dilihat pada Tabel 6., Tabel 7. dan Tabel.8.

Tabel 6. Hasil *Marshall Test* untuk Penambahan *Thinner* 0%

| Masa <i>Curing</i> (suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$) (hari) | No Sampel | Berat Sampel (gram) | | Volume (cm ³) | Dial Stabilitas (lbs/div) | Stabilitas <i>Marshall</i> (kg) | <i>Flow</i> (mm) | <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm) |
|--|-----------|---------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|------------------|----------------------------------|
| | | Setelah Pemadatan | Setelah Masa <i>Curing</i> | | | | | |
| 4 | 1 | 1055 | 1021 | 520,06 | 32 | 445,79 | 7,0 | 63,7 |
| | 2 | 1060 | 1034 | 522,03 | 31 | 418,22 | 6,8 | 61,5 |

| | | | | | | | | |
|----|---|------|------|--------|----|--------|-----|-------|
| 8 | 1 | 1089 | 1033 | 523,99 | 37 | 499,17 | 6,7 | 74,5 |
| | 2 | 1085 | 1038 | 520,06 | 39 | 543,31 | 6,5 | 83,6 |
| 12 | 1 | 1076 | 1030 | 533,80 | 45 | 600,50 | 6,4 | 93,8 |
| | 2 | 1083 | 1036 | 527,91 | 46 | 620,59 | 5,8 | 107,0 |

Tabel 7. Hasil *Marshall Test* untuk Penambahan *Thinner* 50%

| Masa <i>Curing</i> (suhu $\pm 28^{\circ}$ C) (hari) | No Sampel | Berat Sampel (gram) | | Volume (cm ³) | Dial Stabilitas (lbs/div) | Stabilitas <i>Marshall</i> (kg) | <i>Flow</i> (mm) | <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm) |
|--|--------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---|
| | | Setelah Pemadatan | Setelah Masa <i>Curing</i> | | | | | |
| 4 | 1 | 1142 | 1128 | 541,65 | 35 | 461,92 | 6,1 | 75,7 |
| | 2 | 1145 | 1130 | 529,88 | 34 | 453,71 | 5,6 | 81,0 |
| 8 | 1 | 1126 | 1108 | 514,18 | 42 | 585,10 | 5,2 | 112,5 |
| | 2 | 1133 | 1113 | 518,10 | 45 | 626,89 | 5,0 | 125,4 |
| 12 | 1 | 1136 | 1110 | 527,91 | 55 | 742,01 | 4,4 | 168,6 |
| | 2 | 1140 | 1116 | 529,88 | 57 | 760,63 | 4,1 | 185,5 |

Tabel 8. Hasil *Marshall Test* untuk Penambahan *Thinner* 100%

| Masa <i>Curing</i> (suhu $\pm 28^{\circ}$ C) (hari) | No Sampel | Berat Sampel (gram) | | Volume (cm ³) | Dial Stabilitas (lbs/div) | Stabilitas <i>Marshall</i> (kg) | <i>Flow</i> (mm) | <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm) |
|---|--------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---|
| | | Setelah Pemadatan | Setelah Masa <i>Curing</i> | | | | | |
| 4 | 1 | 1156 | 1145 | 522,03 | 38 | 512,66 | 6,0 | 85,4 |
| | 2 | 1160 | 1151 | 522,03 | 40 | 539,64 | 5,5 | 98,1 |

| | | | | | | | | |
|----|---|------|------|--------|----|--------|-----|-------|
| 8 | 1 | 1161 | 1143 | 533,80 | 50 | 667,22 | 4,7 | 142,0 |
| | 2 | 1164 | 1143 | 531,84 | 55 | 733,94 | 5,0 | 146,8 |
| 12 | 1 | 1164 | 1139 | 539,69 | 63 | 831,46 | 4,0 | 207,9 |
| | 2 | 1171 | 1142 | 533,80 | 68 | 907,42 | 3,8 | 238,8 |

Tabel 9. Hasil Nilai *Voids In Mix* (VIM)

| Masa <i>Curing</i> (hari) | No Sampel | VIM (%) | | | | | |
|---------------------------------|--------------|-------------------|-------|--------------------|------|---------------------|------|
| | | <i>Thinner</i> 0% | | <i>Thinner</i> 50% | | <i>Thinner</i> 100% | |
| 4 | 1 | 11,32 | 10,59 | 9,97 | 8,89 | 6,44 | 6,27 |
| | 2 | 9,86 | | 7,81 | | 6,10 | |
| 8 | 1 | 9,39 | 9,23 | 7,57 | 7,50 | 6,26 | 5,62 |
| | 2 | 9,07 | | 7,43 | | 4,98 | |
| 12 | 1 | 8,71 | 8,16 | 5,24 | 5,39 | 4,46 | 4,21 |
| | 2 | 7,61 | | 5,54 | | 3,96 | |

Tabel 10. Hasil Nilai Kadar Cairan Dalam Campuran

| Masa <i>Curing</i> (hari) | No Sampel | Kadar Cairan (%) | | | | | |
|---------------------------------|--------------|-------------------|------|--------------------|------|---------------------|------|
| | | <i>Thinner</i> 0% | | <i>Thinner</i> 50% | | <i>Thinner</i> 100% | |
| 4 | 1 | 4,33 | 4,31 | 3,92 | 3,81 | 1,66 | 1,61 |
| | 2 | 4,29 | | 3,70 | | 1,56 | |
| 8 | 1 | 2,58 | 2,64 | 2,14 | 2,26 | 1,06 | 0,96 |
| | 2 | 2,69 | | 2,38 | | 0,86 | |
| 12 | 1 | 1,63 | 1,70 | 1,16 | 1,45 | 0,79 | 0,73 |
| | 2 | 1,78 | | 1,74 | | 0,68 | |

3.1 Hubungan Antara Peningkatan Stabilitas dengan Penurunan Kadar

Cairan

Dari hasil stabilitas marshall mengalami kenaikan tiap penambahan kadar *thinner* dan penambahan masa curing, sedangkan kadar cairan dalam campuran mengalami penurunan tiap penambahan kadar *thinner* dan penambahan masa curing. Persentase peningkatan stabilitas dan penurunan kadar cairan dalam campuran dapat dilihat dari Tabel 11. dan Tabel 12.

Tabel 11. Persentase Peningkatan Nilai Stabilitas

| masa curing (hari) | Peningkatan Nilai Stabilitas (%) | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| | <i>Thinner 0%</i> | <i>Thinner 50%</i> | <i>Thinner 100%</i> |
| 0-4 | - | - | - |
| 4-8 | 20,66 | 32,37 | 33,15 |
| 8-12 | 17,13 | 23,98 | 24,10 |

Tabel 12. Persentase Penurunan Kadar Cairan dalam Campuran

| masa curing (hari) | Penurunan Kadar Cairan (%) | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | <i>Thinner 0%</i> | <i>Thinner 50%</i> | <i>Thinner 100%</i> |
| 0-4 | 52,16 | 57,68 | 82,12 |
| 4-8 | 38,77 | 40,69 | 40,53 |
| 8-12 | 21,42 | 25,79 | 23,38 |

Pada Tabel 11. dalam masa curing 0-4 hari tidak dicantumkan karena peneliti tidak menguji pada hari ke-0, sedangkan pada Tabel 12. penurunan kadar cairan pada saat masa curing hari ke-0 diasumsikan besar kadar cairan sama dengan kadar air optimum pemadatan (9,7%).

Tabel 11. dan Tabel 12. menunjukan nilai persentase peningkatan stabilitas campuran semakin menurun, dan persentase penurunan kadar cairan juga menurun, persentase ini akan menurun hingga peningkatan stabilitas dan penurunan kadar cairan sebesar 0% yang menunjukan bahwa campuran aspal telah mencapai kekuatan maksimum dan cairan dalam campuran telah menguap keseluruhan. Besarnya peningkatan stabilitas dan penurunan kadar cairan secara teori harus

seimbang seiring penambahan waktu penyimpanan hingga tercapai pemadatan maksimum ($\pm 0\%$).

3. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan mengenai pengaruh penambahan *thinner* pada campuran aspal emulsi terhadap karakteristik DGEM dapat diperoleh beberapa kesimpulan seperti berikut.

4.1.1 Kadar aspal emulsi optimum didapat sebesar 6% terhadap campuran aspal dengan nilai stabilitas 344,95 kg.

4.1.2 Pengaruh penambahan *thinner* 0%, 50%, dan 100% pada masa curing 12 hari terhadap karakteristik DGEM diperoleh nilai Stabilitas sebesar 610,54 kg ; 751,31 kg ; 869,44 kg, nilai flow sebesar 6,10 mm ; 4,25 mm; 3,90 mm, nilai Marshall Quotient sebesar 100,41 kg/mm ; 117,08 kg/mm ; dan 223,33 kg/mm, nilai VIM sebesar 8,16% ; 5,39% ; dan 4,21%. Hasil dari nilai-nilai pengujian marshall test menunjukkan kadar optimum penambahan *thinner* sebesar 100%.

4.1.3 Pengaruh lama curing/penyimpanan pada masa 4, 8, dan 12 hari terhadap karakteristik DGEM diperoleh nilai Stabilitas sebesar 432,01 kg ; 521,24 kg ; 610,54 kg, nilai flow sebesar 6,90 mm ; 6,60 mm ; 6,10 mm, nilai Marshall Quotient sebesar 62,59 kg/mm; 79,04 kg/mm; dan 100,41 kg/mm, nilai VIM sebesar 10,59% ; 9,23% ; dan 8,16%. Hasil dari nilai stabilitas menunjukkan berbandinglurus dengan lama masa curing, semakin lama masa curing semakin besar pula nilai stabilitasnya.

4.2 Saran

Berdasarkan pengalaman pada penelitian di laboratorium dapat disampaikan saran-saran agar penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut, diantaranya sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan perhitungan yang tepat untuk menentukan berat total campuran aspal agar tidak ada sisa pada pemadatan campuran aspal.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan masa curing 0 hari dan full curing untuk meneliti lebih tentang pengaruh penambahan *thinner* pada campuran aspal emulsi.
3. Perlu penelitian tentang pengaruh penambahan *thinner* dan lama masa curing pada karakteristik campuran yang lainnya seperti OGEM (Open Graded Emulsion Mix) dan DGEM pada tipe lainnya.
4. Dalam pencampuran aspal emulsi dengan agregat diperlukan ketelitian untuk mendapatkan campuran yang homogen

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2001). *Buku Pedoman Penyusunan Laporan Tugas Akhir*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Aziz, M. A. (2008). *Pengaruh Kadar Filler Rendah Terhadap Karakteristik DGEM (Dense Graded Emulsion Mix)*. Universitas Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Surakarta.
- Direktorat , J. (1991). *Spesifikasi Khusus Campuran Aspal Dingin (CAED)*. Jakarta. Hämtat från www.pps.unud.ac.id den 26 April 2016
- Institute, A. (1989). *Asphalt Cold Mix Manual*. Lexington, USA.
- Mulyawan, I. W. (2011). *Analisis Karakteristik dan Peningkatan Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)*. Universitas Udayana, Fakultas Teknik Sipil, Bali. Hämtat från www.pps.unud.ac.id den 26 April 2016
- Ndiyo, C. S. (2013). Suitability of Reclaiment Asphalt Concrete as a Cold Mix Surfacing Material for Low Roads. *Intenacional Journal of Engineering and Advance Tecnology (IJEAT)*, 3. Hämtat från citeseerx.ist.psu.edu den 22 Maret 2016
- Rosalina, & Mulizar. (2013). Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat. *Majalah Ilmiah BISSOTEK*, VIII, ss. 1-10.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova Press.
- Sunarjono, S. (2014). Rekayasa Kepadatan dan Stabilitas Campuran RAP Menggunakan Teknologi Cold Mix Recycling Dalam Penanganan Jalan Pantura.

- Thanaya, I. (2003). *Improving The Performace of Cold Bitumens Emulsion Mixetures (CAEMs) Inconoperating Waste Materials*. Unversity of Leeds, School of Civil Engineering , Leeds.
- Widodo, S. (2008). Analisis Penghamparan Campuran Aspal Dingin Jalan Hasanudin dan Rumah Sakit Jiwa Surakarta. *Jurnal Eco Rekayasa, IV*, 76-83.